



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Redução de Curtos-Circuitos Provocados por Pequenos Animais nas Subestações da CEMIG

Paulo R. F. C. Costa Cemig Distribuição SA (*) prcosta@cemig.com.br	Eduardo M. J. Vaz Cemig Distribuição SA eduvaz@cemig.com.br	Roberto M. Coutinho Cemig Distribuição SA coutinho@cemig.com.br
Hélio Lima de Paula Cemig Distribuição SA helbiolp@cemig.com.br	Paulo Antônio Fonseca Tyco Electronics pfonseca@tycoelectronics.com	Antônio Henriques Ritz do Brasil antonio@ritzbrasil.com.br

Palavras-chave:

Curto-Circuito
Padronização
Pequenos Animais
Subestação

RESUMO

O grande número de ocorrências com curtos-circuitos provocados por pássaros e pequenos animais nas subestações de distribuição CEMIG, exigiu o estudo de materiais e desenvolvimento de soluções, visando minimizar os impactos negativos gerados pelos desligamentos não programados e mortes dos animais.

As ocorrências estão concentradas no arranjo padrão de 13,8kV externo, que é caracterizado por distâncias elétricas muito reduzidas, com considerável quantidade de pontos a proteger.

Esta contribuição técnica apresenta os resultados do desenvolvimento e aplicação desses materiais e soluções em subestações existentes e a instalar, avaliando-se os ganhos operativos e de manutenção, a possibilidade de padronização com aplicação integral no arranjo de 13,8kV, comparando estatísticas históricas com o nível de ocorrências atual, o custo/benefício de cada proposta, dificuldades enfrentadas e vantagens e desvantagens das soluções.

1. INTRODUÇÃO

O setor de 13,8 kV das subestações de distribuição externas é o que apresenta a maior quantidade de ocorrências causadas por pássaros e pequenos animais, sinalizando a necessidade de estudos mais detalhados sobre o assunto.

Além da interrupção do fornecimento de energia elétrica aos consumidores e perda de receita, geralmente, as ocorrências são acompanhadas por arcos elétricos extremamente destrutivos, ocasionando danos, na maioria dos casos, nos equipamentos, barramentos, isoladores e morte dos animais. Isso, evidentemente tem um custo bastante elevado.

Fatores como a diversidade de animais, resultados de experiências práticas com os mesmos, quantidade de animais mortos, aplicação em subestações existentes e a instalar, foram de extrema relevância para definição de soluções e materiais que pudessem ser aplicadas com sucesso, além da existência dos registros anuais constatando os danos ao sistema elétrico, consumidores, meio ambiente e a imagem da empresa.

Objetivando avaliar as soluções, as subestações de IBIÁ 2 e PATROCINIO, localizadas em região de grãos do triângulo mineiro, foram escolhidas para implantação de projetos piloto, por apresentarem maior número de ocorrências com pássaros e pequenos animais, comparado às outras subestações, sinalizando para o futuro uma grande quantidade de desligamentos e baixo desempenho operacional.

Os resultados satisfatórios desses projetos contribuíram para definir a padronização de soluções e novos materiais a serem aplicados em subestações de primeira etapa e subestações existentes que apresentam o impacto negativo das ocorrências com pássaros e pequenos animais.

2. OCORRÊNCIAS COM PÁSSAROS E PEQUENOS ANIMAIS

A CEMIG está desde 1989, levantando o histórico de ocorrências com interrupção do fornecimento de energia elétrica nas suas subestações, em função da grande presença de pássaros e pequenos animais, tais como, gambás, ouriços-caxeiro, gatos, pombos, gralhas, garças, pica-paus, anas, cobras, tamanduás, corujas e pererecas.

Preocupados com essa situação, foi criado um grupo de estudos interno, contendo profissionais das áreas de projeto, manutenção, operação e meio ambiente com o objetivo de estudar a questão.

Os estudos permitiram avaliar a biologia e comportamento de alguns animais no ambiente da subestação, suas características, conseqüências da sua presença e as soluções mais adequadas, tanto do ponto de vista técnico/econômico, quanto da sua ação sobre os animais [1].

Os pontos de acesso dos animais para as subestações são os sistemas de dutos ou canaletas de drenagem, portão, muro e cerca.

Foram estabelecidos alguns procedimentos [1], de aplicação imediata pelas equipes de manutenção, para diminuir a presença dos animais, tais como:

- Manter a iluminação na área do 13,8 kV ligada;
- Substituir as lâmpadas vapor de mercúrio por vapor de sódio;
- Manter os pátios e as áreas em torno das subestações sempre limpos, acondicionando de forma adequada o lixo produzido, procurando não fornecer material para confecção de ninhos;
- Utilizar lixeiras suspensas com tampas, sacos plásticos para acondicionamento do lixo;
- Eliminar possíveis acessos dos animais às lixeiras suspensas, como plantas, grades, etc;
- Instalar sacos de areia, dentro das canaletas, criando uma barreira, impedindo o acesso à casa de controle e setor de 13,8kV;
- Não plantar árvores frutíferas nas subestações;
- Inspecionar as canaletas periodicamente;
- Retirar ninhos e ovos, eventualmente encontrados;
- Colocação de telas, onde for possível, para impedir a entrada dos animais (portas, janelas, beiral de telhados, etc);
- Não fornecer alimentos;
- Construir poleiro e/ou pombal afastado das edificações e instalações de energia.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de ocorrências no setor de 13,8kV das diversas subestações, envolvendo pássaros e pequenos animais, no período de 2003 a 2007, evidenciando o problema dos desligamentos.

O levantamento de dados tem mostrado a presença maior de gambás e pombos, sendo apresentado na Tabela 2, um demonstrativo de ocorrências com esses animais nos principais pontos do setor de 13,8kV, período de 2003 a 2007.

TABELA 1

OCORRÊNCIAS PROVOCADAS POR PÁSSAROS E PEQUENOS ANIMAIS NO SETOR DE 13,8KV					
QUANTIDADE DE SUBESTAÇÕES: 361					
ANO	2003	2004	2005	2006	2007
QTDE	22	17	41	41	39

TABELA 2

OCORRÊNCIAS PROVOCADAS POR GAMBÁS E POMBOS NO SETOR DE 13,8KV										
PONTO DE OCORRÊNCIA	2003		2004		2005		2006		2007	
	GAMBÁ	POMBO	GAMBÁ	POMBO	GAMBÁ	POMBO	GAMBÁ	POMBO	GAMBÁ	POMBO
DISJUNTOR	1		2		2	2	1		2	
RELIGADOR			1		2		4			2
REGULADOR DE TENSÃO										
TRAFO			1		2					
SECIONADOR	1			1	1	1	1			
BANCO DE CAPACITORES		1				1		4		4
BARRAMENTO	1	2	1	2	3	1				2
PARA-RAIOS	1							1		1
ISOLADOR		1	1					1		
TOTAL	4	4	6	3	10	5	6	6	2	9

3. SOLUÇÕES E APLICAÇÃO DE MATERIAIS

A proposta inicial do projeto foi o desenvolvimento de soluções para a proteção de todos os pontos do arranjo padrão de 13,8kV, que poderiam ocasionar um curto-circuito, devido a presença dos pássaros e pequenos animais.

A primeira fase para definição de soluções e materiais compreendeu o levantamento, estudo e avaliação dos requisitos fundamentais para o correto funcionamento em arranjos elétricos de montagem externa, em ambiente eletromagnético agressivo. Foram definidas soluções utilizando materiais de base polimérica, resina poliéster, fibra de vidro e aço, que foram validados em laboratório para os requisitos de alta resistência mecânica, ótimo comportamento dielétrico, resistência ao ultravioleta, maleabilidade, flamabilidade, condutividade térmica, trilhamento elétrico e ruptura por erosão [3].

A segunda fase compreendeu a avaliação dos fatores operacionais, tais como, a dificuldade na instalação, envelhecimento ao tempo, custo, tempo gasto na instalação, adequação e aplicabilidade às subestações existentes, entre outros.

Foi definida a chapa de aço galvanizada número 18 para a proteção dos pés das estruturas, reguladores de tensão, transformadores de aterramento do setor de 13,8kV e transformadores de potência, visando evitar a subida de animais como gambás e ouriços, conforme foto 1. A solução é o resultado de um

trabalho de pesquisa numa subestação desligada, envolvendo a análise e verificação do comportamento do gambá escalando as estruturas, sendo atualmente, instalada através das rotinas de manutenção nas diversas subestações em operação.



FOTO 1 – Pés das estruturas do setor 13,8KV com caixas metálicas contra subida de gambás e ouriços

Para as seções dos alimentadores de rede foram definidas as seguintes soluções:

- Cabos com cobertura de polietileno XLPE (cabo protegido) em substituição aos tubos de alumínio, conforme foto 2. Com instalação dos cabos protegidos, verificou-se o menor impacto visual do arranjo e maior rapidez de execução na montagem, reduzindo os custos de instalação;
- Aplicação de suporte passante em polietileno reticulado de alta densidade em substituição ao suporte de alumínio [3], conforme foto 2. Essa solução eliminou o fenômeno de ruptura por erosão entre suporte de alumínio e cabo protegido;
- Substituição dos isoladores de porcelana por isoladores de polímero (polietileno), eliminando o fenômeno de ruptura por erosão e possibilitando também maior rapidez de montagem, conforme foto 3 .

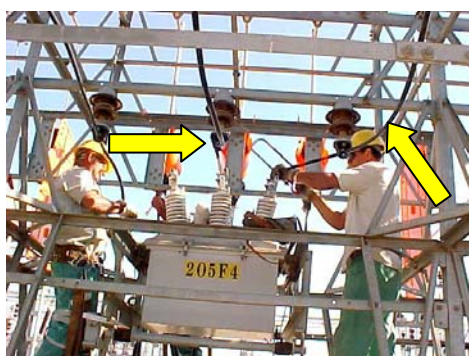


FOTO 2 – Suporte passante e cabo coberto
(Piloto – SE Ibiá 2)

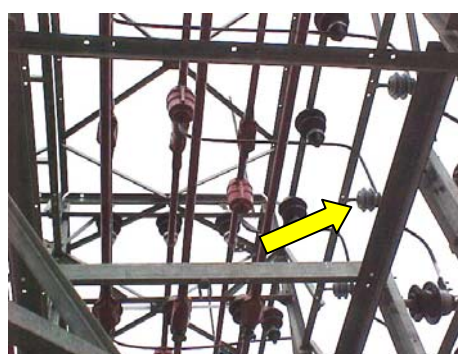


FOTO 3 – Isolador polimérico

- Aplicação de coberturas nas bases dos seccionadores monopolar e tripolar em poliestireno reticulado de alta densidade, de rápida instalação, conforme fotos 4 e 5.

O fenômeno de ruptura por erosão ocasiona a destruição dos materiais de revestimento e cobertura, promovendo a descontinuidade da isolação interna destes materiais, expondo as partes vivas de condução [4] [5], aumentando a probabilidade de ocorrência de curto circuito, em função da presença de pássaros e pequenos animais.



FOTO 4 – Cobertura para base monopolar
(Piloto – SE Patrocínio)



FOTO 5 - Cobertura para base tripolar

Todas as conexões, incluindo as conexões com as buchas dos diversos equipamentos, foram protegidas com tubos isolantes de polietileno reticulado [2], conforme fotos 6 e 7.



FOTO 6 – Conexão protegida com cobertura
(Piloto – SE Ibiá 2)



FOTO 7 – Terminais de Equipamento

No arranjo padrão de 13,8kV, os barramentos e interligações, incluindo a do transformador de potência, utilizam tubos de alumínio. A proposta de solução foi o revestimento de todo o conjunto com tubos isolantes termocontráteis de polietileno reticulado [2], garantindo o isolamento entre barramentos e o corpo das estruturas (terra), quando da presença de pássaros e pequenos animais, conforme fotos 8 e 9.



FOTO 8 – Instalação das coberturas nos tubos
(Piloto – SE Ibiá 2)



FOTO 9 – Tubos de alumínio com cobertura
(Piloto – SE Ibiá 2)

Foi desenvolvida uma solução alternativa, utilizando material do tipo PLASTISOL[®] (modelado ao padrão do setor de 13,8kV utilizado pela CEMIG), que permite a sua instalação sem desmontagem do arranjo e é removível, conforme foto 10 [3]. Ainda não foi desenvolvida técnica de linha viva para instalação dessa solução, sendo necessário o desligamento do arranjo.

Para a extremidade e seccionamento dos barramentos de tubo foram desenvolvidas chapas de resina poliéster isoftálica com fibra de vidro [3], garantindo espaçamento suficiente para evitar os curtos-circuitos, conforme foto 11. A solução anterior utilizava chapas de aço carbono zincado que não garantiam essa condição quando da presença dos animais.



FOTO 10 – PLASTISOL[®]

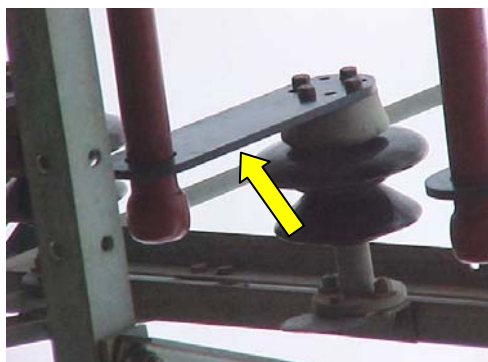


FOTO 11 - Chapa de resina poliéster isoftálica
(Piloto – SE Ibiá 2)

Resultados dos Projetos Piloto

Os serviços para implantação dos projetos piloto nas SE's IBIÁ 2 e PATROCÍNIO, visando reduzir os curtos circuitos provocados por pássaros e pequenos animais, foram realizados nos anos de 2003 e 2006, respectivamente. Até o presente momento, não foi registrado qualquer tipo de ocorrência com ferimento ou morte dos animais, como também nenhum problema com os materiais aplicados, em relação ao desgaste, incompatibilidade, trilhamento elétrico, fadiga, dentre outros.

A facilidade de manuseio e montagem dos diversos materiais permitiu maior velocidade e segurança na execução dos serviços das diversas equipes, ocasionando redução dos custos de instalação.

Isso evidentemente tem refletido na redução dos custos anuais de operação e manutenção, como também, no aumento de satisfação dos clientes atendidos pelas instalações.

Custos

Os custos referentes à aplicação do conjunto de soluções devem ser levantados e analisados para duas situações principais: aplicação em subestação de primeira etapa ou aplicação em subestação com o arranjo de 13,8kV em operação.

Para as subestações de primeira etapa podem ser considerados apenas os custos dos materiais a serem aplicados, pois, os custos de mão de obra e serviços já estão mobilizados no canteiro de obras para a execução integral da instalação.

Para as subestações em operação, além dos custos dos materiais, devem ser avaliados detalhadamente os custos da logística para execução dos serviços, mão de obra e infra-estrutura. Nessa avaliação deve ser verificada a capacidade sistêmica de transferência de carga da instalação, uso e transporte de equipamentos e possibilidade de instalação de arranjos provisórios. Evidentemente, os custos serão menores quando da aplicação das soluções em subestações que apresentam condições de transferência de carga para outras instalações.

As soluções implantadas nos projetos pilotos exigiram o desligamento e retirada do conjunto dos barramentos tubulares para o envelopamento com material termocontrátil. Em subestações existentes o desligamento deve ser aproveitado para limpeza, lubrificação e ajuste de conexões e equipamentos.

A alternativa de aplicação da solução com o material do tipo PLASTISOL[®] deve ser avaliada com critério para cada instalação, pois, apesar das vantagens da facilidade de remoção, reutilização e não desmontagem do arranjo, o custo do material é bem superior em comparação àqueles aplicados nos projetos piloto.

Tomando como exemplo o projeto piloto da subestação IBIÁ 2 (localizada junto a um lixão do município), os custos para implantação das soluções foram muito elevados, pois, o sistema elétrico não atendia a condição para transferência das cargas da subestação, o que exigiu o desenvolvimento de complexa logística para a execução de serviços (arranjo provisório, SE móvel, deslocamento de equipamentos no pátio), visando o não desligamento dos consumidores.

Nessa subestação, cada desligamento do setor de 13,8kV, provocado por curto-circuito devido a presença de pássaros e pequenos animais, deixava sem atendimento cerca de 7240 consumidores, gerando um ônus financeiro de R\$ 28.946,00 por hora de desligamento. Os levantamentos das ocorrências feitos desde 1996, com crescimento a cada ano, sinalizavam a potencialidade do problema com os desligamentos e morte dos animais.

A Tabela 3 apresenta uma análise básica, apenas através da projeção das ocorrências por ano na subestação IBIÁ 2 (sem considerar os custos anuais de manutenção), visando avaliar o retorno do investimento desse projeto piloto. Após 4 anos, as soluções aplicadas foram extremamente compensatórias e a instalação permanece com um excelente desempenho operacional, sem ocorrências e custos de manutenção apropriados no setor de 13,8kV.

A Tabela 4 apresenta o comparativo de custos entre as possibilidades de soluções para as situações descritas anteriormente, tendo como referência o arranjo elétrico do projeto piloto da subestação IBIÁ 2. Importante observar que, sempre devem ser avaliadas as diversas alternativas, em função das particularidades e tamanho dos arranjos existentes nas subestações.

TABELA 2

SE IBIÁ 2 – ANÁLISE DE RETORNO DO INVESTIMENTO DO PROJETO PILOTO Ref.: dez/2007	
<i>NÚMERO DE DESLIGAMENTOS DE 1 HORA/ANO</i>	<i>RETORNO (ANOS)</i>
1	6,7
2	3,3
3	2,2
4	1,6
Custo da hora do desligamento: R\$ 28.946,00	
Custo total: R\$ 195.716,00	

TABELA 3

COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE SOLUÇÕES						
	VALOR (R\$) - ref.: dez/2007					
INSUMO	SE EXISTENTE - SPTC (1)		SE EXISTENTE - CPTC (2)		SE NOVA (3)	
	<i>Termocontrátil</i>	<i>Plastisol</i>	<i>Termocontrátil</i>	<i>Plastisol</i>	<i>Termocontrátil</i>	<i>Plastisol</i>
<i>Materiais</i>	39.500,00	98.299,00	39.500,00	98.299,00	29.433,00	88.299,00
<i>Mão de Obra</i>	66.476,00	56.979,00	33.238,00	18.993,00	–	–
<i>Transporte, alimentação, hospedagem, etc</i>	34.246,00	29.354,00	17.123,00	9.785,00	–	–
<i>Instalações Provisórias - SE Móvel, Regulador de Tensão, etc</i>	55.494,00	55.494,00	–	–	–	–
TOTAL	195.716,00	240.126,00	89.861,00	127.077,00	29.433,00	88.299,00
(1) SPTC - Sem Possibilidade de Transferência de Carga						
(2) CPTC - Com Possibilidade de Transferência de Carga						
(3) Mão de Obra e Infraestrutura já mobilizados para execução integral da Subestação						

4. CONCLUSÃO

Os resultados dos projetos piloto de proteção integral do setor de 13,8kV nas subestações IBIÁ 2 e PATROCÍNIO são excelentes, tendo como consequência a padronização do conjunto de soluções que atualmente compõe o escopo de serviços para a implantação de subestações de primeira etapa, verificando-se a redução considerável dos custos de aquisição e serviços.

Para as subestações existentes, os custos de implantação do conjunto de soluções padrão são mais elevados, em função da logística necessária para a execução dos serviços. Porém, o benefício é compensatório, pois, não havendo ocorrências, teremos o retorno do investimento num curto espaço de tempo, com a eliminação dos prejuízos envolvidos nos desligamentos, que tendem a ocorrer com maior frequência, se nada for proposto. Nesse caso, deve ser sempre avaliada e comparada a alternativa de utilização dos materiais modelados do tipo PLASTISOL[®], que são instalados sem a necessidade de desmontagem do arranjo de conexões e barramentos e são removíveis.

Através de uma solução padronizada eficiente, é possível garantir a preservação da fauna, a qualidade e a confiabilidade de fornecimento de energia elétrica nas diversas localidades atendidas pelas subestações, reduzindo os custos operacionais e de implantação, mantendo assim a boa imagem da empresa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] – CEMIG, Gerência de Engenharia e Coordenação da Manutenção, “*ARRANJOS E MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MINIMIZAR/EVITAR AS OCORRÊNCIAS COM ANIMAIS E AVES EM SUBESTAÇÕES E LINHAS*”, fevereiro/2003.

[2] – TYCO/ELETRONICS/RAYCHEM – Catálogos de Produtos – “*MOLDES PREFORMADOS, COBERTURAS E TUBOS ISOLANTES TERMOCONTRÁTEIS DE POLIETILENO RETICULADO*”, 2003.

[3] – CEMIG, Gerência de Engenharia de Subestações - ER/SE-6017 – “*RELATÓRIO DE ENSAIOS FÍSICOS, ELÉTRICOS E MECÂNICOS EM MATERIAL LAMINADO FIBERGASS POLIÉSTER ISOFTÁLICO AUTO-EXTINGUÍVEL*”, 2003.

[4] – CENTRO DE EXCELÊNCIA EM DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – Notas Técnicas – *INTRODUÇÃO AO COMPORTAMENTO DOS ISOLANTES EMPREGADOS EM CABOS PARA REDES AÉREAS ISOLADAS* – Maio 1994.

[5] – G.R. DE ALMEIDA – TECHSYS – “*INTRODUÇÃO AOS MATERIAIS DIELÉTRICOS*” – Agosto 1997.